

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

M. Tsunekane
2/18/04
Q 79935
10f1

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月19日
Date of Application:

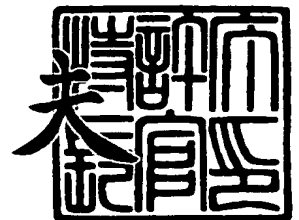
出願番号 特願2003-040932
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-040932]

出願人 日本電気株式会社
Applicant(s):

2003年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3106240

【書類名】 特許願

【整理番号】 70902942

【提出日】 平成15年 2月19日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01S 3/103
H04B 10/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 常包 正樹

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086759

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 喜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013619

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001716

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置及び半導体レーザ励起固体レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザダイオードが複数個搭載された半導体レーザ装置であって、

直列接続された前記複数の半導体レーザダイオードの全体又は一部に対して、前記半導体レーザダイオードよりも立ち上がり電圧が高いバイパスダイオードを、一又は二以上の前記半導体レーザダイオードごとに並列に接続するとともに、

この接続において、前記半導体レーザダイオードの一方の端子の極性と、この端子に接続される前記バイパスダイオードの端子の極性とが同一となり、かつ、前記半導体レーザダイオードの他方の端子の極性と、この端子に接続される前記バイパスダイオードの端子の極性とが同一となるように接続された

ことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記半導体レーザダイオードが、内部に冷却剤を有するヒートシンクに固定された

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記冷却剤を前記ヒートシンクへ供給するマニフォールドを有した

ことを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記バイパスダイオードが、このバイパスダイオードを冷却するための第一の冷却部材に固定された

ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記第一の冷却部材が、内部に冷却剤を有する冷却板からなる

ことを特徴とする請求項 4 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記バイパスダイオードが、このバイパスダイオードに並列に接続された半導体レーザダイオードが固定されている前記ヒートシンクに固定された

ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】 前記バイパスダイオードが、このバイパスダイオードの p 側が接するように、前記ヒートシンクに固定され、
前記バイパスダイオードの n 側に、n 電極が設けられ、
この n 電極が、他の素子の p 電極と接続された
ことを特徴とする請求項 1～3, 6 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】 第一の絶縁部材を介して、前記ヒートシンクに n 電極が設けられ、
前記ヒートシンクが、p 電極部材を有し、
この p 電極部材が、前記第一の絶縁部材及び前記 n 電極を貫通するように設けられ、
前記 p 電極部材と前記 n 電極との間に第二の絶縁部材を設けた
ことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】 前記第一の絶縁部材に代えて前記バイパスダイオードを設け、
前記 p 電極部材が、前記バイパスダイオード及び前記 n 電極を貫通するように設けられ、
前記 p 電極部材と前記 n 電極との間、及び、前記 p 電極部材と前記バイパスダイオードとの間に、前記第二の絶縁部材を設けた
ことを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 10】 前記ヒートシンクから前記 p 電極部材の頂部までの高さと同じ高さに頂部が位置するように、前記 n 電極に延長部材を設けた
ことを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 11】 前記バイパスダイオードが、前記マニフォールドに固定された
ことを特徴とする請求項 1～3, 8 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 12】 前記請求項 1～11 のうちいずれかに記載の半導体レーザ装置を搭載した
ことを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直列接続された複数の半導体レーザダイオードを有する半導体レーザ装置、及び、この半導体レーザ装置を備えた半導体レーザ励起固体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

企業等で行われる生産管理（例えば、在庫管理、工程管理、品質管理等）においては、製品や部品、パッケージ等に文字や図形，記号等を付する作業、いわゆるマーキングが行われることが多い。

このマーキングは、例えば、印刷，インクジェット，スタンプ，シール，彫刻，打刻，エッジング，超音波，レーザなど様々な手法で行われており、中でもレーザ光を利用したレーザマーキングは、非接触，微細・精巧，マーキングが消えない，ドライプロセス，高速，自動化・省力化が容易，フレキシブルなど多くの特長を有していることから、近年、注目を集めている。

【0003】

このレーザマーキングは、ガスレーザであるCO₂レーザや、固体レーザであるYAG（ヤグ）レーザなどを用いたレーザマーカを使用して行われる。

それらのうち、YAGレーザには、励起方式として、放電管を用いたランプ励起YAGレーザや、半導体を用いた半導体励起YAGレーザなどがある。

ここで、半導体励起は、ランプ励起に比べて、電気エネルギーから光エネルギーへの変換効率が約30%～40%と高く、かつ、その発光スペクトル幅は約3mm程度と非常に短いため、YAG結晶の吸収スペクトルに合致させることにより、極めて高効率を得られる。さらに、指向性も良く、集光しやすい。

【0004】

ところで、YAGレーザは、ルビーレーザやガラスレーザとともに、固体レーザに属するが、特に半導体を励起光源とする固体レーザ（LD励起固体レーザ）は、高出力，高効率，高ビーム品質，小型・高安定・長寿命といった特長を有している。

このため、最近では、上記の生産管理におけるマーキングだけでなく、電子部品などのレーザ加工（トリミングやマーキング装置などの微細加工や薄膜創製等）や、理化学研究（分光分析）、車体の溶接をはじめとして、医療、航空、バイオ、生活、工学などのあらゆる分野で利用されている。

特に、1つの装置内に百個以上のLDを用いてキロワットにいたるレーザ出力を放出するLD励起固体レーザ装置も開発されている。

【0005】

このLD励起固体レーザには、主として、ロッド型、ファイバー型、薄ディスク型などがある。

これらのうち、ロッド型は、図15に示すように、レーザアレイ110からの励起光によりレーザロッド120からレーザ光が励起され、リアミラー130と出力ミラー140との間を往復しながら、出力ミラー140から射出される。

【0006】

このような構成のうち、レーザアレイ110は、数十から数百の光をレーザロッド120に照射するために、複数個の半導体レーザダイオードを有している。

この半導体レーザダイオードは、ランプに比べ10倍以上寿命が長く、連続して10,000時間程度使用できるといわれている。

【0007】

しかしながら、この時間は平均的なもので、個々の半導体レーザダイオードでは数千時間程度で出力が低下するものも混在しており、初期的な半導体レーザダイオードの選別でそれらを完全に認識、取り除くことは困難である。

劣化して光を出さない半導体レーザダイオードは、正常な半導体レーザダイオードに比べ約2倍の発熱源となり、周囲や自らを焼損し、最終的に断線に至ることもある。

【0008】

また、半導体レーザダイオードは、部品や製造上のバラツキ、人的な製造不具合だけでなく、装置に実装された状態においても、静電気や電源からの電氣的なサージ、戻り光、埃やガス、結露などの外乱や外部環境によっても寿命が著しく短くなるだけでなく、やはり異常な発熱により焼損、断線することがある。

【0009】

しかも、半導体レーザ装置における複数個の半導体レーザダイオードは、それぞれ直列に接続されているため、例えば、一つの半導体レーザダイオードが故障等によって断線した場合は、他の半導体レーザダイオードに電流が流れなくなる。

つまり、数十から数百ある半導体レーザダイオードのうち、たった一個の半導体レーザダイオードが故障・断線しただけで、他の大多数の半導体レーザダイオードからは光が発生されず、これによりLD励起固体レーザ装置100からのレーザ光の射出が停止してしまうという事態が発生していた。

【0010】

そこで、複数の半導体レーザダイオードのうち一個以上が故障して断線した場合でも、引き続き他の正常な半導体レーザダイオードを発光可能とする技術が、種々提案されている。

たとえば、直列接続された複数の発光体を有する回路において、各発光体に対し並列に一又は二以上のツェナーダイオードを接続した構成としたものがある（例えば、特許文献1参照、第一の従来技術。）。

【0011】

また、他の例としては、複数の半導体レーザダイオードの各光出力を監視するモニタ回路と、このモニタ回路からの検出信号にもとづいて、光出力の低下を判断する比較回路と、その光出力が低下すると、半導体レーザダイオードではなくバイパス回路へ電流を流すバイパス制御回路とを有するものがある（例えば、特許文献2参照、第二の従来技術。）。

【0012】

【特許文献1】

特開昭60-088499号公報（第2-8頁、第1-5図）

【特許文献2】

特開平10-284789号公報（第2-3頁、第1図）

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しがしながら、第一の従来技術においては、バイパスデバイスとしてツェナーダイオードの逆方向電圧特性（降伏特性）を利用していたことから、このツェナーダイオードの制御上、問題が生じていた。

一般に、レーザダイオードを用いたレーザ加工装置においては、レーザ出力が定格になるまでの立ち上がり時間が早いことが要求され、また任意の波形でレーザ出力を変調する用途も非常に多いことから、レーザ光をモニタしながらレーザダイオードの電流をフィードバック制御する方式が採られている。

【0014】

このようなフィードバック系においては、レーザダイオードを含む回路の応答時定数の設定が非常に重要であるが、ダイオードとツェナーダイオードとでは、電流－電圧特性が大きく異なるために、もともとダイオードのみで設定した時定数が、その回路の一部のダイオードが断線し、そこに並列に接続されたツェナーダイオードに電流が流れはじめた場合、回路の時定数が大きく変化して、立ち上がり時間が著しく遅くなったり、波形が鈍ったり、逆にオーバーシュートする可能性があった。

このような時定数の変化にともなう各現象は、一部のダイオードが断線しても継続発光を可能とする半導体レーザ装置においては、断線後復帰までの時間の遅れやレーザ光の出力強度の変動などを招くことから、改善すべき課題とされていた。

【0015】

また、第一の従来技術においては、電球や蛍光灯が発光体として用いられていたため、ツェナーダイオードに逆方向電圧を加えたときの降伏特性を利用することはできたものの、半導体レーザダイオードが発光体とされる場合は、そのツェナーダイオードの降伏特性を十分に利用できないという問題が生じていた。

【0016】

たとえば、発光体が電球や蛍光灯の場合は、これら発光体を発光させるための電圧は通常数十～百数十[V]，電流は数百[mA]～数[A]である。

これに対し、ツェナーダイオードは、通常、5[V]以上の電圧を加えることで駆動させるものであり、かつ、一般的な定格電流は数百[mA]～数[A]と

されている。

このことから、電球や蛍光灯が発光体として用いられた場合に、バイパスデバイスとしてツェナーダイオードを用いることは、その定格範囲内の利用であるため、十分に降伏特性を活かすことができた。

【0017】

ところが、発光体が半導体レーザダイオードの場合は、この半導体レーザダイオードを発光させるための電圧が通常1～3[V]、電流が百[A]前後である。

これに対し、ツェナーダイオードは、低電圧（おおむね5[V]以下）の範囲内では、通常、低電流領域で安定した電圧を得ることが困難である。

このため、レーザダイオードが発光体として用いられた場合に、バイパスデバイスとしてツェナーダイオードを用いることは、このツェナーダイオードに印加される電圧が低いために、安定した降伏特性が得られないという問題が生じていた。

【0018】

また、第二の従来技術においては、バイパス回路の他に、モニタ回路や比較回路なども備えていることから、各回路の占有スペースを確保しなければならないという問題が生じていた。

特に、近年、半導体レーザ装置やLD励起固体レーザ装置は、機能性や携帯性を高めるために、小型化がすすめられている。このため、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線しても継続発光を可能とする回路についても、簡易かつ小型な回路構成とすることが求められていた。

【0019】

本発明は、上記の問題を解決すべくなされたものであり、一部の半導体レーザダイオードの断線時における立ち上がり時間の遅延や波形のなまり等を抑制できるとともに、低電圧下では有効とされないツェナーダイオードの降伏特性の利用を回避でき、かつ簡易・小型化可能な回路構成により、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の継続発光を実現可能とする半導体レーザ装置及び半導体レーザ励起固体レーザ装置の提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するため、本発明の請求項1記載の半導体レーザ装置は、半導体レーザダイオードが複数個搭載された半導体レーザ装置であって、直列接続された複数の半導体レーザダイオードの全体又は一部に対して、半導体レーザダイオードよりも立ち上がり電圧が高いバイパスダイオードを、一又は二以上の半導体レーザダイオードごとに並列に接続するとともに、この接続において、半導体レーザダイオードの一方の端子の極性と、この端子に接続されるバイパスダイオードの端子の極性とが同一となり、かつ、半導体レーザダイオードの他方の端子の極性と、この端子に接続されるバイパスダイオードの端子の極性とが同一となるように接続された構成としてある。

【0021】

半導体レーザ装置をこのような構成とすると、直列接続された複数の半導体レーザダイオードに並列にバイパスダイオードが接続されるため、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線しても、この故障・断線した半導体レーザダイオードに並列接続されたバイパスダイオードに電流が流れるため、故障・断線していない他の半導体レーザダイオードに電流を流し続けることができる。

したがって、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【0022】

さらに、バイパスデバイスが、ツェナーダイオードの降伏特性を利用したものではなく、通常のダイオードに順方向電圧をかけた場合の電流－電圧特性を利用したものであるため、半導体レーザ装置の有する複数の半導体レーザダイオードのうちの一部が断線して、これに並列接続されたバイパスダイオードに電流が流れ始めた場合の回路の時定数の変化を非常に小さくできる。

したがって、仮に一部の半導体レーザダイオードが断線したときでも、立ち上がり時間の遅延や波形のなまり等を抑制でき、ひいては、その断線時から復帰までの時間の遅れやレーザ光の出力強度の変動などを改善できる。

【0023】

それに、バイパスデバイスとして利用されるダイオードがツェナーダイオードではなく通常のダイオードであり、この通常のダイオードには逆方向電圧ではなく順方向電圧が印加されるため、本発明は、低電圧下でも有効な通常のダイオードにおける順方向電圧特性を用いた構成としてある。

したがって、低電圧下では有効とされない（低電圧下では安定した特性を得るのが困難な）ツェナーダイオードの降伏特性を利用せずとも、低電圧下でも有効な通常のダイオードの順方向電圧の立ち上がり電圧特性を利用して、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【0024】

特に、バイパスダイオードは、半導体レーザダイオードの立ち上がり電圧よりも高い立ち上がり電圧を有している。

したがって、正常時は、バイパスダイオードにほとんど電流が流れることなく、半導体レーザダイオードにのみ必要な電流が流れて励起光の射出を可能とし、一旦故障・断線が発生すると、こんどはバイパスダイオードに電流が流れて、故障・断線していない他の半導体レーザダイオードに電流を供給することができる。

これにより、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【0025】

加えて、バイパスデバイスとして用いられるデバイスはダイオードのみであることから、簡易かつ小型化可能な回路構成により、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現可能とする。

【0026】

また、請求項2記載の半導体レーザ装置は、半導体レーザダイオードが、内部に冷却剤を有するヒートシンクに固定された構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすれば、半導体レーザダイオードから発生した熱を、ヒートシンクにより吸収できる。このため、その発生した熱による

装置の損失を抑えることができる。

【0027】

また、請求項3記載の半導体レーザ装置は、冷却剤をヒートシンクへ供給するマニフォールドを有した構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすると、ヒートシンクは、マニフォールドから冷却剤を受けることができるため、この冷却剤によって、半導体レーザダイオードから発生した熱を吸収できる。したがって、その発熱による各素子の破損を回避できる。

【0028】

また、請求項4記載の半導体レーザ装置は、バイパスダイオードが、このバイパスダイオードを冷却するための第一の冷却部材に固定された構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすれば、バイパスダイオードから発生した熱が、第一の冷却部材によって吸収されるため、その発生熱による各ダイオード等の破損を抑制できる。

【0029】

また、請求項5記載の半導体レーザ装置は、第一の冷却部材が、内部に冷却剤を有する冷却板からなる構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすると、第一の冷却部材である冷却板は、その冷却剤によって、バイパスダイオードから発生した熱を吸収できる。したがって、そのバイパスダイオードからの発熱にもとづく各素子の焼損を防止できる。

【0030】

また、請求項6記載の半導体レーザ装置は、バイパスダイオードが、このバイパスダイオードに並列接続された半導体レーザダイオードが固定されているヒートシンクに固定された構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすれば、ヒートシンクは、半導体レーザダイオードから発生した熱だけでなく、バイパスダイオードから発生した熱をも吸収できる。このため、各ダイオードからの発熱によるそれらダイオード等の性能低下を阻止できる。

【0031】

さらに、半導体レーザダイオードからの発生熱と、バイパスダイオードからの発生熱との双方をそのヒートシンクで吸収可能とするため、バイパスダイオード専用の熱吸収部材を設ける必要がなくなる。したがって、占有スペースの減少やコスト低減が可能となる。

【0032】

また、請求項7記載の半導体レーザ装置は、バイパスダイオードが、このバイパスダイオードのp側が接するように、ヒートシンクに固定され、バイパスダイオードのn側に、n電極が設けられ、このn電極が、他の素子のp電極と接続された構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすると、ヒートシンク、バイパスダイオード、n電極がそれぞれ直接接触して接続されるため、これらの間の配線が不要となる。

【0033】

さらに、バイパスダイオードとn電極とがヒートシンクの同一面上の一箇所に重ねて形成されるため、それらバイパスダイオードとn電極とをそれぞれ別個にヒートシンク上に設けた場合に比べて、ヒートシンクの上表面積を小さくできる。これによっても、半導体レーザ装置の小型化が可能となる。

【0034】

また、請求項8記載の半導体レーザ装置は、第一の絶縁部材を介して、ヒートシンクにn電極が設けられ、ヒートシンクが、p電極部材を有し、このp電極部材が、第一の絶縁部材及びn電極を貫通するように設けられ、p電極部材とn電極との間に第二の絶縁部材を設けた構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすると、p電極部材とn電極とをそれぞれ別個にヒートシンク上に設けた場合に比べて、そのヒートシンク上の面積を小さくできる。このため、半導体レーザ装置の小型化が可能となる。

【0035】

また、請求項9記載の半導体レーザ装置は、第一の絶縁部材に代えてバイパスダイオードを設け、p電極部材が、バイパスダイオード及びn電極を貫通するよ

うに設けられ、p 電極部材と n 電極との間、及び、p 電極部材とバイパスダイオードとの間に、第二の絶縁部材を設けた構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすると、p 電極部材、n 電極、バイパスダイオードをそれぞれ別個に設けた場合に比べて、半導体レーザ装置全体を小型化できる。

【0036】

また、請求項 10 記載の半導体レーザ装置は、ヒートシンクから p 電極部材の頂部までの高さと同じ高さに頂部が位置するように、n 電極に延長部材を設けた構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすれば、p 電極部材や n 電極への配線が容易となる。

【0037】

また、請求項 11 記載の半導体レーザ装置は、バイパスダイオードが、マニフォールドに固定された構成としてある。

半導体レーザ装置をこのような構成とすれば、マニフォールドは、内部に冷却剤を有していることから、バイパスダイオードから発生した熱を吸収できる。このため、そのバイパスダイオードからの発熱による半導体レーザ装置内の温度上昇を抑えて、各素子の破損を防止できる。

【0038】

また、請求項 12 記載の半導体レーザ励起固体レーザ装置は、請求項 1～11 のうちいずれかに記載の半導体レーザ装置を搭載した構成としてある。

半導体レーザ励起固体レーザ装置をこのような構成とすると、半導体レーザ装置の半導体レーザダイオードには並列にバイパスダイオードが接続されるため、一以上の半導体レーザダイオードが断線・故障しても、この断線等した半導体レーザダイオードに並列に接続されたバイパスダイオードに電流が流れるため、断線等していない他の半導体レーザダイオードに電流を供給できる。

したがって、一つ以上の半導体レーザダイオードが断線・故障した場合の半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【0039】

さらに、バイパスデバイスが、ツェナーダイオードの降伏特性を利用したものではなく、通常のダイオードに順方向電圧を加えた場合の電流－電圧特性を利用したものであるため、一部の半導体レーザダイオードの断線時における立ち上がり時間の遅延や波形のなまり等を抑制できるとともに、低電圧下では有効とされないツェナーダイオードの降伏特性の利用を回避できる。

【0040】

加えて、直列接続された複数の半導体レーザダイオードに並列接続されるバイパスデバイスが、バイパスダイオードのみであるため、簡易かつ小型化可能な回路構成で、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の半導体レーザ装置及び半導体レーザ励起固体レーザ装置の好ましい実施形態について、図面を参照して説明する。

〔第一実施形態〕

まず、本発明の実施形態にかかる半導体レーザ装置の全体構成について、図1、図2を参照して説明する。

図1は、本実施形態の半導体レーザ装置の構成を示す外観模式図であり、図2は、図1に示す半導体レーザ装置のA－A方向の断面図である。

【0042】

半導体レーザ装置1は、複数のレーザ光LBを発光するための発光素子D（以下、単に「素子」という。）が複数設けられている。

各素子は、図1又は図2に示すように、レーザダイオード10と、ヒートシンク20と、n電極30と、絶縁部材40とを有している。さらに、半導体レーザ装置1は、マニフォールド50と、バイパスダイオード60と、冷却板70とを有している。

【0043】

レーザダイオード（半導体レーザダイオード、LD）10は、例えば、GaAs基板とするAlGaAsやInGaAsPなどの混晶、さらにNd：YAGの

励起であれば808nm近傍のレーザ光を発生するものなどを用いることができる。勿論、他の半導体結晶や波長のものであっても構わない。

さらに、このレーザダイオード10は、例えば、素子の長さ1cmのものを用いることができる。

【0044】

各レーザダイオード10は、それぞれヒートシンク20上に固定されており、遅相軸方向（あるいは、進相軸方向）に直線的に配置されている。

なお、本実施形態においては、複数のレーザダイオード10が遅相軸方向に直線的に配置された場合について述べることとし、複数のレーザダイオード10が進相軸方向に直線的に配置された場合については、第七実施形態及び第八実施形態において述べることとする。

【0045】

また、各レーザダイオード10は、アノード側（anode：陽極（+極）、p型半導体側（p側）の端子）がヒートシンク20のp電極部材21に接続され、さらに、カソード側（cathode：陰極（-極）、n型半導体側（n側）の端子）がn電極30に接続されている。なお、「端子」には、配線が接続される端子の他、電氣的に接続されている接触面を含む。

そして、各ヒートシンク20のp電極部材21と、それらヒートシンク20を有する各素子の一方の隣に位置した素子のn電極30とがそれぞれ接続されることにより、各レーザダイオード10は、すべて直列に接続されることになる。

【0046】

さらに、各レーザダイオード10には、その後方に設けられたバイパスダイオード60が、並列に接続されている。

このバイパスダイオード60の並列接続については、後記の「レーザダイオードに対するバイパスダイオードの接続例」において述べる。

【0047】

ヒートシンク20は、レーザダイオード10と同数設けられており、このヒートシンク20に固定されたレーザダイオード10からの発生熱を吸収する。この熱の吸収を可能とするために、このヒートシンク20の内部には、マニフォールド

ド50から供給されてきた冷却給水（HS冷却給水C1）が流れている。

また、各ヒートシンク20は、一体のマニフォールド50上に配置され固定され得る。

【0048】

このヒートシンク20は、一般に、導電率の高い金属材料（例えば、銅など）で形成されており、このヒートシンク20自体がp電極として機能している。そして、ヒートシンク20のいずれか任意の部分にねじ切りを施すと、この施した部分が配線接続部分として機能する。

なお、本実施形態においては、説明の便宜上、ヒートシンク20の表面に電極として形成された部分（配線のためにねじ切り等された部分を含む）をp電極部材21とする。

【0049】

p電極であるヒートシンク20は、レーザダイオード10のアノード側と電氣的に接続されている。

また、ヒートシンク20（p電極部材21）は、バイパスダイオード60のアノード側とも接続されている。さらに、ヒートシンク20（p電極部材21）は、このヒートシンク20（p電極部材21）を有する素子に対して一方の隣に位置する素子のn電極30とも接続されている。

【0050】

なお、p電極部材21は、図2においては、n電極30から離間した位置に設けられているが、n電極30から離間した位置に限るものではなく、図3に示すように、p電極部材21がn電極30を貫通する位置に設けることもできる。

ただし、p電極部材21とn電極30とが、電氣的につながらないように、それらp電極部材21とn電極30との間には、絶縁部材40が設けられている。

このような構造とすれば、ヒートシンク20の上面の面積を小さくできる。

【0051】

n電極30は、絶縁部材40を介して、ヒートシンク20に固定されている。

このn電極30は、レーザダイオード10のカソード側と接続されている。また、n電極30は、バイパスダイオード60のカソード側とも接続されている。

さらに、 n 電極 30 は、この n 電極 30 を有する素子からみて隣に位置する素子の p 電極部材 21 とも接続されている。

なお、たとえば、素子 D1 の一方の隣に素子 D2 が、他方の隣に素子 D3 がそれぞれ配置されている場合において、素子 D1 の n 電極 30 と素子 D2 の p 電極部材 21 が接続されているときは、素子 D1 の p 電極部材 21 は、素子 D3 の n 電極 30 と接続される。

【0052】

また、 n 電極 30 には、図 3 に示すように、延長部材 31 を付設することができる。

この延長部材 31 は、ヒートシンク 20 から延長部材 31 の上方端部（頂部）までの高さが、ヒートシンク 20 から p 電極部材 21 の上方端部（頂部）までの高さと同じになるような形状で形成されている。

これにより、半導体レーザ装置 1 を製造する際の配線工程において、 p 電極部材 21 への配線と n 電極 30 への配線を、それぞれ容易に行うことができる。

【0053】

絶縁部材 40 は、 n 電極 30 とヒートシンク 20 とを電氣的に絶縁するための部材である（第一の絶縁部材）。

この絶縁部材 40 は、例えば、セラミックや絶縁性樹脂等によって形成できる。

なお、 p 電極部材 21 が n 電極 30 を貫通するように設けられたときは、それら p 電極部材 21 と n 電極 30 との間に、これら p 電極部材 21 と n 電極 30 とを電氣的に絶縁するための絶縁部材 40（第二の絶縁部材）が設けられる。

【0054】

また、バイパスダイオード 60 が、このバイパスダイオード 60 の p 側が接するように、ヒートシンク 20 に固定されており、そのバイパスダイオード 60 の n 側に n 電極 30 が設けられており、 p 電極部材 21 がそれらバイパスダイオード 60 と n 電極 30 との双方を貫通するように設けられたときは、それら p 電極部材 21 とバイパスダイオード 60 との間や p 電極部材 21 と n 電極 30 との間に、それら p 電極部材 21 とバイパスダイオード 60 との間や p 電極部材 21 と

n 電極 30 との間を電氣的に絶縁するための絶縁部材 40 (第二の絶縁部材) が設けられる。

【0055】

マニフォールド 50 は、ヒートシンク 20 へ供給される冷却水 (ヒートシンク供給用冷却水、HS 冷却給水 C1) やヒートシンク 20 からの冷却排水 (ヒートシンク冷却排水、HS 冷却排水 C2) を流すための管 (冷却水管) が設けられている。

この冷却水管には、マニフォールド 50 全体を通して HS 冷却給水 C1 を通す冷却給水主管 51 と、マニフォールド 50 全体を通して HS 冷却排水 C2 を通す冷却排水主管 52 と、冷却給水主管 51 から分岐して各ヒートシンク 20 に繋がられ、それら各ヒートシンク 20 へ HS 冷却給水 C1 を供給する給水分流管 53 と、各ヒートシンク 20 からの HS 冷却排水 C2 を冷却排水主管 52 へ送る排水流導管 54 とを有している。

【0056】

なお、これら冷却給水主管 51 や冷却排水主管 52 等は、図 2 等においては、マニフォールドの中央に設けられているが、マニフォールドの中央に限るものではなく、例えば、マニフォールド内の任意の位置に設けることもできる。

また、冷却給水主管 51 や冷却排水主管 52 の断面形状は、図 2 等においては、円形に形成されているが、円形に限るものではなく、例えば、四角形や楕円形など任意の形状でよい。

【0057】

このような構造を有するマニフォールド 50 を設けてヒートシンク 20 へ HS 冷却給水 C1 を供給することにより、ヒートシンク 20 は、レーザダイオード 10 で発生した熱を吸収することができる。このため、温度上昇による素子の破損を防止できる。

なお、本実施形態においては、冷却剤として、HS 冷却給水 C1, HS 冷却排水 C2 又は BD 冷却水 C3 を用いているが、これら各冷却水に限るものではなく、たとえば、空冷のための送風、水以外の液体や流動体 (たとえば、不凍液やアルコール) などを冷却剤として用いることもできる。

【0058】

このマニフォールド50は、例えば、セラミックやプラスチックに代表される絶縁材料で形成される。

なお、マニフォールド50は、図1等においては、ヒートシンク20の下方に設けてあるが、ヒートシンク20の下方に限るものではなく、例えば、側方や上方に設けてもよい。

【0059】

バイパスダイオード60は、直列接続された一又は二以上のレーザダイオード10に対して並列に接続されるダイオードである。

この並列接続が行われる場合、バイパスダイオード60のアノード側（p側の端子）は、並列接続されるレーザダイオード10のアノード側に接続され、バイパスダイオード60のカソード側（n側の端子）は、並列接続されるレーザダイオード10のカソード側に接続される。

【0060】

このような接続とすれば、半導体レーザ装置や半導体レーザ励起固体レーザ装置で一部のレーザダイオードが焼損・断線した場合に、レーザダイオード10に代えてバイパスダイオード60に電流を流すことができる。これにより、断線していない他のレーザダイオード10に電流を流すことができ、継続発光が可能となる。また、バイパスダイオード60に印加される電圧が順方向電圧であるため、降伏特性を利用したツェナーダイオードをバイパスデバイスとした場合に比べて、レーザダイオードの断線時における回路の時定数の変化を小さくでき、これにより、立ち上がり時間の遅延や波形の鈍化などを抑制できる。

なお、このバイパスダイオード60の並列接続については、後記の「レーザダイオードに対するバイパスダイオードの接続例」において述べる。

【0061】

また、バイパスダイオード60は、冷却板70に固定されている。冷却板70の内部には、冷却水（BD冷却水C3）が流れている。

このため、バイパスダイオード60で発生した熱は、冷却板70に吸収される。したがって、温度上昇による素子の破損を防止できる。

【0062】

このバイパスダイオード60は、立ち上がり電圧が、レーザダイオード10の立ち上がり電圧よりも高いものが用いられる。

このため、半導体レーザ装置1においては、通常、レーザダイオード10に電流が流れて、バイパスダイオード60には電流がほとんど流れない。ところが、レーザダイオード10の一つが故障等により断線状態となると、この故障・断線したレーザダイオード10に並列接続されたバイパスダイオード60に電流が流れはじめる。したがって、その故障・断線したレーザダイオード10以外のレーザダイオードにも引き続き電流が流れるため、半導体レーザ装置1は、継続してレーザ光を発生し続けることができる。

【0063】

なお、バイパスダイオード60は、レーザダイオード10と同様にGaAs基板上の結晶のものをを用いることもでき、また、サファイアやSiC等を基板とするものをを用いることもできる。

また、バイパスダイオード60は、順方向電圧が印加された場合に図5に示すような電流－電圧特性を示すダイオードであれば、どのような種類のダイオードであってもよい。

【0064】

さらに、図4、図6、図7においては、バイパスダイオード60がすべてのレーザダイオード10に対して並列に接続されているが、すべてのレーザダイオード10に限るものではなく、複数のレーザダイオード10のうち一部のレーザダイオード10に対して並列にバイパスダイオード60を接続してもよい。

ただし、バイパスダイオード60が並列接続されていないレーザダイオード10は、断線の可能性が非常に少ないものか、あるいは断線後の対策が他に施されているものであることが望ましい。

【0065】

冷却板（第一の冷却部材）70は、この冷却板70に固定されているバイパスダイオード60から熱を吸収するために、内部に冷却水流管71が設けられている。この冷却水流管71には、冷却剤としての冷却水（バイパスダイオード冷却

水、B'D冷却水C3)が流れている。

この冷却板70は、銅、ステンレスなどの熱伝導性に優れた金属材料によって形成できる。ただし、この冷却板70が、導電率の高い材料で形成されている場合は、バイパスダイオード60との間に絶縁膜(図示せず)を設ける必要がある。

【0066】

なお、図1においては、素子(レーザダイオード10、ヒートシンク20、n電極30、絶縁部材40)やバイパスダイオード60が6個ずつ設けられているが、6個ずつに限るものではなく、例えば、5個ずつ以下であっても、また、7個ずつ以上であってもよい。

【0067】

次に、レーザダイオードに対するバイパスダイオードの接続例について、図4～図7を参照して説明する。

図4、図6、図7は、半導体レーザ装置におけるレーザダイオード及びバイパスダイオードの接続例をそれぞれ示す電子回路図であり、図5は、レーザダイオード及びバイパスダイオードのそれぞれの電圧-電流特性を示す特性グラフである。

【0068】

半導体レーザ装置1におけるレーザダイオード10とバイパスダイオード60との接続は、例えば、図4に示すように、各レーザダイオード10に対してそれぞれバイパスダイオード60を並列に接続した構成(一つのレーザダイオード10に対して一つのバイパスダイオード60が並列接続された構成)とすることができる。

この場合、各バイパスダイオード60のアノード側は、並列接続されるレーザダイオード10のアノード側に接続され、各バイパスダイオード60のカソード側は、並列接続されるレーザダイオード10のカソード側に接続される。

【0069】

このように並列接続されるバイパスダイオード60の立ち上がり電圧特性は、図5に示すように、レーザダイオード10の立ち上がり電圧よりも高くなってい

る。

このため、互いに並列に接続されたバイパスダイオード60とレーザダイオード10との両端に電圧を印加すると、立ち上がり電圧の低いレーザダイオード10には電流が流れるものの、立ち上がり電圧の高いバイパスダイオード60にはほとんど電流が流れない。

これにより、正常状態においては、レーザダイオード10は、本来の機能であるレーザ発光を行うことができ、その後、レーザダイオード10の故障・断線が発生したときは、このレーザダイオード10に並列に接続されたバイパスダイオード60に電流が流れるため、他のレーザダイオード10には、引き続き所定値を示す電流が流れ続けて、中断なくレーザ光を発光し続けることができる。

【0070】

したがって、レーザダイオード10よりも立ち上がり電圧の高いバイパスダイオード60をレーザダイオード10に並列に接続することで、複数あるレーザダイオード10のうちの一つのレーザダイオード10が故障・断線しても、半導体レーザ装置全体が停止することなく、他のレーザダイオード10によりレーザ発光を行い続けることができる。

【0071】

なお、図4においては、バイパスダイオード60をレーザダイオード10ごとに並列に接続した構成としているが、レーザダイオード10ごとに接続する構成に限るものではなく、例えば、直列に接続された二以上のレーザダイオード10に対してバイパスダイオード60を並列に接続するようにすることもできる。

【0072】

具体的には、例えば、図6に示すように、複数あるレーザダイオード10のうち、直列に接続された二つのレーザダイオード10を一つのグループとして全体に複数のグループを構成し、各グループごとにバイパスダイオード60を並列に接続するといった構成にすることができる。

このような回路構成においても、一つのレーザダイオード10が故障・断線したとしても、この故障・断線したレーザダイオード10の属するグループ以外のグループに属するレーザダイオード10には所定値を示す電流が流れ続けるため

、半導体レーザ装置としては、レーザ発光を行い続けることができる。

【0073】

なお、図6に示す半導体レーザ装置内の回路図においては、一つのグループに属するレーザダイオード10の数を二つとしてあるが、二つに限るものではなく、たとえば、三つ以上とすることもできる。

また、図6においては、各グループに属するレーザダイオードの数を二つずつとしてあるが、二つずつに限るものではなく、各グループでレーザダイオードの数が異なっているもよい。

【0074】

さらに、他の例としては、例えば、図7に示すように、半導体レーザ装置に設けられたレーザダイオード10のすべてを一つのグループとし、この一つのグループに対して一つのバイパスダイオード60を並列に接続することもできる。

ただし、この場合は、一つのレーザダイオード10が故障・断線すると、他のレーザダイオードには電流が流れないため、半導体レーザ装置としては、レーザ発光が行われない。

【0075】

[第二実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第二の実施形態について、図8を参照して説明する。

同図は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を示す外観模式図である。

本実施形態は、第一実施形態と比較して、ヒートシンク、マニフォールド及び冷却水管の構造が相違する。すなわち、第一実施形態では、マニフォールドに冷却水管を設けていたのに対し、本実施形態では、ヒートシンク内に冷却水管を設けてマニフォールドを省略可能とした点が相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図8において、図2と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0076】

図8に示すように、半導体レーザ装置1は、複数のレーザ光LBを発光するた

めの複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード10と、ヒートシンク20と、n電極30と、絶縁部材40とを有している。さらに、半導体レーザ装置1は、バイパスダイオード60と、冷却板70とを有している。

【0077】

ここで、ヒートシンク20は、レーザダイオード10と同数設けられており、このヒートシンク20に固定されたレーザダイオード10から発生した熱を吸収する。この熱吸収を可能とするために、このヒートシンク20の内部には、冷却給水C1を流すための冷却水導管55が設けられている。

この冷却水導管55は、ヒートシンク20の内部で、レーザダイオード10の遅相軸方向に対し並行して形成されており、冷却水C4を流している。

【0078】

このような構造を有するヒートシンク20を設けることにより、レーザダイオード10で発生した熱を冷却水C4により吸収することができる。このため、温度上昇による素子の破損を防止できる。

また、マニフォールドを省略できるため、半導体レーザ装置の小型化が可能となる。

【0079】

なお、図8においては、p電極が省略されており、ヒートシンク20がそのp電極として機能している。

このため、ヒートシンク20は、レーザダイオード10のアノード側と電氣的に接続されている。また、ヒートシンク20は、バイパスダイオード60のアノード側とも接続されている。さらに、ヒートシンク20は、このヒートシンク20の有する素子に対して一方の隣に位置する素子のn電極30とも接続されている。

これにより、ヒートシンク20の上面の面積を小さくできる。

【0080】

[第三実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第三の実施形態について、図9を参照して説明する。

同図は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を示す外観模式図である。

本実施形態は、第一実施形態と比較して、バイパスダイオードの設置位置が相違する。すなわち、第一実施形態では、バイパスダイオードが、素子とは離隔した位置に設置されていたのに対し、本実施形態では、バイパスダイオードがマニフォールドに固定された点で相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図9において、図2と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0081】

図9に示すように、半導体レーザ装置1は、複数のレーザ光LBを発光するための複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード10と、ヒートシンク20と、n電極30と、絶縁部材40とを有している。さらに、半導体レーザ装置1は、マニフォールド50と、バイパスダイオード60とを有している。

【0082】

ここで、バイパスダイオード60は、マニフォールド50に固定されている。

これにより、バイパスダイオード60から発生した熱をマニフォールド50で吸収することができる。したがって、このような構成においても、熱による素子の破損を防止できる。

また、バイパスダイオード60から発生した熱がマニフォールド50で吸収されるため、図2に示す冷却板70が不要となる。これにより、半導体レーザ装置1の小型化が可能となる。さらに、冷却板70の内部に流れていた冷却水C3も不要となるため、コスト削減が可能となる。

【0083】

[第四実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第四の実施形態について、図10を参照して説明する。

同図は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を示す外観模式図である。

本実施形態は、第一実施形態と比較して、バイパスダイオードの設置位置が相違する。すなわち、第一実施形態では、バイパスダイオードが、素子とは離隔し

た位置に設置されていたのに対し、本実施形態では、バイパスダイオードがヒートシンク上に固定された点で相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図10において、図2と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0084】

図10に示すように、半導体レーザ装置1は、複数のレーザ光LBを発光するための複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード10と、ヒートシンク20と、n電極30と、絶縁部材40とを有している。さらに、半導体レーザ装置1は、マニフォールド50と、バイパスダイオード60とを有している。

【0085】

ここで、バイパスダイオード60は、ヒートシンク20に固定されている。

これにより、バイパスダイオード60から発生した熱をヒートシンク20で吸収することができる。したがって、このような構成においても、熱による素子の破損を防止できる。

また、バイパスダイオード60から発生した熱がヒートシンク20で吸収されるため、図2に示す冷却板70が不要となる。これにより、半導体レーザ装置1の小型化が可能となる。さらに、冷却板70の内部に流れていた冷却水C3も不要となるため、コスト削減が可能となる。

加えて、n電極30とバイパスダイオード60とを接続する配線を短くでき、さらに、ヒートシンク20とバイパスダイオード60とを接続する配線を省略できるため、さらなるコスト削減が可能となる。

【0086】

[第五実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第五の実施形態について、図11を参照して説明する。

同図は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を示す外観模式図である。

本実施形態は、第一実施形態と比較して、バイパスダイオードの設置位置が相違する。すなわち、第一実施形態では、バイパスダイオードが、素子とは離隔し

た位置に設置されていたのに対し、本実施形態では、バイパスダイオードを絶縁部材に代えて設けた点で相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図 11 において、図 2 と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0087】

図 11 に示すように、半導体レーザ装置 1 は、複数のレーザ光 LB を発光するための複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード 10 と、ヒートシンク 20 と、n 電極 30 とを有している。さらに、半導体レーザ装置 1 は、マニフォールド 50 と、バイパスダイオード 60 とを有している。

【0088】

ここで、バイパスダイオード 60 は、n 電極 30 とヒートシンク 20 との間に、これら n 電極 30 とヒートシンク 20 とを離隔するように設けられている。すなわち、バイパスダイオード 60 は、図 2 に示す絶縁部材 40 に代えて設けられる。

このような構成により、n 電極 30 とヒートシンク 20 とは電氣的に絶縁された状態を維持できる。

【0089】

バイパスダイオード 60 は、そのアノード側（p 側）がヒートシンク 20 に直接接続されており固定されている。また、バイパスダイオード 60 のカソード側（n 側）には n 電極 30 が形成されており、そこから隣の素子の p 電極へ接続がなされる構造となっている。

このような構造によれば、バイパスダイオード 60 から発生した熱をヒートシンク 20 で吸収することができる。したがって、このような構造においても、熱による素子の破損を防止できる。

【0090】

それに、バイパスダイオード 60 から発生した熱がヒートシンク 20 で吸収されることから、図 2 に示す冷却板 70 が不要となる。これにより、半導体レーザ装置 1 の小型化が可能となる。さらに、冷却板 70 の内部に流れていた冷却水 C3 も不要となるため、コスト削減が可能となる。

【0091】

加えて、n電極30とバイパスダイオード60とを接続する配線や、ヒートシンク20とバイパスダイオード60とを接続する配線を省略できるため、さらなるコスト削減が可能となる。

そして、絶縁部材も省略可能なため、これによってもコストを削減できる。

【0092】

[第六実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第六の実施形態について、図12を参照して説明する。

同図は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を示す外観模式図である。

本実施形態は、第一実施形態と比較して、バイパスダイオードの設置位置やマニフォールドの有無が相違する。すなわち、第一実施形態では、バイパスダイオードが、素子とは離隔した位置に設置されており、かつマニフォールドを有していたのに対し、本実施形態では、バイパスダイオードを絶縁部材に代えて設けており、かつ、マニフォールドを省略した点で相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図12において、図2と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0093】

図12に示すように、半導体レーザ装置1は、複数のレーザ光LBを発光するための複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード10と、ヒートシンク20と、n電極30と、絶縁部材40とを有している。さらに、半導体レーザ装置1は、バイパスダイオード60を有している。

【0094】

ここで、ヒートシンク20は、レーザダイオード10と同数設けられており、このヒートシンク20に固定されたレーザダイオード10から発生した熱を吸収する。この熱吸収を可能とするために、このヒートシンク20の内部には、冷却給水C1を流すための冷却水導管55が設けられている。

この冷却水導管55は、ヒートシンク20の内部で、レーザダイオード10の

遅相軸方向に対し並行して形成されており、冷却水C4を流している。

【0095】

このような構造を有するヒートシンク20を設けることにより、レーザダイオード10で発生した熱を冷却水C4により吸収することができる。このため、温度上昇による素子の破損を防止できる。

また、マニフォールドを省略できるため、半導体レーザ装置の小型化が可能となる。

【0096】

なお、図12においては、p電極が省略されており、ヒートシンク20がそのp電極として機能している。

このため、ヒートシンク20は、レーザダイオード10のアノード側と電氣的に接続されている。また、ヒートシンク20は、バイパスダイオード60のアノード側とも接続されている。さらに、ヒートシンク20は、このヒートシンク20の有する素子に対して一方の隣に位置する素子のn電極30とも接続されている。これにより、ヒートシンク20の小型化を図ることができる。

【0097】

バイパスダイオード60は、ヒートシンク20の一つの面（上面であっても、また側面であってもよい）に固定されている。これにより、バイパスダイオード60で発生した熱がヒートシンク20で吸収される。

また、バイパスダイオード60のアノード側（p側）がヒートシンク20に接しており、電氣的に接続されている。

【0098】

それに、バイパスダイオード60から発生した熱がヒートシンク20で吸収されることから、図2等を示す冷却板70が不要となる。これにより、半導体レーザ装置1の小型化が可能となる。

さらに、冷却板70の内部に流れていた冷却水C3も不要となるため、コスト削減が図れる。

【0099】

なお、バイパスダイオード60は、図13に示すように、n電極30とヒート

シング 20 との間に、これら n 電極 30 とヒートシンク 20 とを離隔するように設けることもできる。すなわち、バイパスダイオード 60 は、図 12 に示す絶縁部材 40 に代えて設けられる。

このような構成により、n 電極 30 とヒートシンク 20 とは電氣的に絶縁された状態を維持できる。

【0100】

それに、n 電極 30 とバイパスダイオード 60 とを接続する配線や、ヒートシンク 20 とバイパスダイオード 60 とを接続する配線を省略・短縮できるため、さらなるコスト削減が可能となる。

そして、絶縁部材も省略可能なため、これによってもコストを削減できる。

【0101】

[第七実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第七の実施形態について、図 14、図 15 を参照して説明する。

図 14 は、複数個のレーザダイオードが進相軸方向に直線的に配置された半導体レーザ装置の構成を示す外観模式図であり、図 15 は、図 14 の半導体レーザ装置に設けられた半導体レーザダイオードのうちの二つの半導体レーザダイオードの断面を示す断面概略図である。

【0102】

本実施形態は、第一実施形態と比較して、各半導体レーザダイオードの配置方向が相違する。すなわち、第一実施形態では、各半導体レーザダイオードが遅相軸方向に配置されたのに対し、本実施形態では、各半導体レーザダイオードが進相軸方向に配置された点で相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図 14、図 15 において、図 1、図 2 と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0103】

図 14 又は図 15 に示すように、半導体レーザ装置 1 は、複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード 10 と、ヒートシンク 20 と、n 電極 30 と

、絶縁部材 40 とを有している。さらに、半導体レーザ装置 1 は、マニフォールド 50 と、バイパスダイオード 60 と、冷却板 70 とを有している。

【0104】

各レーザダイオード 10 は、それぞれヒートシンク 20 上に固定されており、進相軸方向に直線的に配置されている。

また、各レーザダイオード 10 は、アノード側（p 側）がヒートシンク 20 に接続され、さらに、カソード側（n 側）が n 電極 30 に接続されている。

【0105】

そして、各ヒートシンク 20 と、このヒートシンク 20 を有する各素子の一定方向の隣に位置した素子の n 電極 30 とがそれぞれ接続されることにより、各レーザダイオード 10 は、すべて直列に接続されることになる。

さらに、各レーザダイオード 10 には、その後方に設けられたバイパスダイオード 60 が、並列に接続されている。

【0106】

ヒートシンク 20 は、レーザダイオード 10 と同数設けられており、このヒートシンク 20 に固定されたレーザダイオード 10 からの発生熱を吸収する。

この熱の吸収を可能とするために、このヒートシンク 20 の内部には、冷却給水 C 5 を流すための冷却給水主管 56 と、冷却排水 C 6 を流すための冷却排水主管 57 とが設けられている。

なお、これら冷却給水主管 56 及び冷却排水主管 57 は、ヒートシンク 20 の他、n 電極 30 や絶縁部材 40 を貫通するように設けられている。

【0107】

このような構造を有することにより、ヒートシンク 20 は、レーザダイオード 10 で発生した熱を吸収することができる。このため、温度上昇による素子の焼損を防止できる。

なお、本実施形態においては、冷却剤として、HS 冷却給水 C 1，HS 冷却排水 C 2 又は BD 冷却水 C 3 を用いているが、これら各冷却水に限るものではなく、たとえば、空冷のための送風，水以外の液体や流動体などを冷却剤として用いることもできる。

【0108】

n 電極 30 は、絶縁部材 40 を介して、ヒートシンク 20 に固定されている。

この n 電極 30 は、レーザダイオード 10 のカソード側と接続されている。また、n 電極 30 は、バイパスダイオード 60 のカソード側とも接続されている。

さらに、n 電極 30 は、この n 電極 30 の有する素子に対して隣に位置する素子のヒートシンク 20 (p 電極部材 21) ととも接続されている。

【0109】

なお、たとえば、素子 D1 の一方の隣に素子 D2 が、他方の隣に素子 D3 がそれぞれ配置されている場合において、素子 D1 の n 電極 30 と素子 D2 のヒートシンク 20 (p 電極部材 21) が接続されているときは、素子 D1 のヒートシンク 20 (p 電極部材 21) は、素子 D3 の n 電極 30 と接続される。

また、n 電極 30 は、図 14 においては、隣の素子のヒートシンク 20 とは離間した位置に設置されているが、例えば、図 15 に示すように、隣の素子のヒートシンク 20 と直接接触するように設置することもできる。これにより、n 電極 30 は、p 電極部材 21 を兼ねたヒートシンク 20 との間で配線によらずに電氣的に接続される。

【0110】

絶縁部材 40 は、n 電極 30 とヒートシンク 20 とを電氣的に絶縁するための部材である。

マニフォールド 50 は、各ヒートシンク 20 が固定されている。

【0111】

バイパスダイオード 60 は、直列接続された一又は二以上のレーザダイオード 10 に対して並列に接続されるダイオードである。

この並列接続が行われる場合、バイパスダイオード 60 のアノード側 (p 側) は、並列接続されるレーザダイオード 10 のアノード側に接続され、バイパスダイオード 60 のカソード側 (n 側) は、並列接続されるレーザダイオード 10 のカソード側に接続される。

【0112】

また、バイパスダイオード 60 は、冷却板 70 に固定されている。冷却板 70

の内部には、冷却水（BD冷却水C3）が流れている。

このため、バイパスダイオード60で発生した熱は、冷却板70に吸収される。したがって、温度上昇による素子の破損を防止できる。

【0113】

このバイパスダイオード60は、立ち上がり電圧が、レーザダイオード10の立ち上がり電圧よりも高いものが用いられる。

このため、半導体レーザ装置1においては、通常、レーザダイオード10に電流が流れて、バイパスダイオード60には電流がほとんど流れない。ところが、レーザダイオード10の一つが故障等により断線状態となると、この故障・断線したレーザダイオード10に並列接続されたバイパスダイオード60に電流が流れはじめる。したがって、その故障・断線したレーザダイオード10以外のレーザダイオードにも引き続き電流が流れるため、半導体レーザ装置1は、継続してレーザ光を発生し続けることができる。

【0114】

冷却板（第一の冷却部材）70は、この冷却板70に固定されているバイパスダイオード60から熱を吸収するために、内部に冷却水流管71が設けられている。この冷却水流管71には、冷却剤としての冷却水（バイパスダイオード冷却水、BD冷却水C3）が流れている。

【0115】

なお、図14においては、素子（レーザダイオード10、ヒートシンク20、n電極30、絶縁部材40）やバイパスダイオード60が6個ずつ設けられているが、6個ずつに限るものではなく、例えば、5個ずつ以下であっても、また、7個ずつ以上であってもよい。

【0116】

[第八実施形態]

次に、本発明の半導体レーザ装置の第八の実施形態について、図16を参照して説明する。

同図は、進相軸方向に配置された複数個のレーザダイオードのうちの二個のレーザダイオード10についての断面を示す断面模式図である。

【0117】

本実施形態は、第一実施形態と比較して、各レーザダイオードの配置方向とバイパスダイオードの設置位置が相違する。すなわち、第一実施形態では、各レーザダイオードが遅相軸方向に配置されており、バイパスダイオードがヒートシンクとは離間した位置に設置されたのに対し、本実施形態では、各レーザダイオードが進相軸方向に配置されており、バイパスダイオードがヒートシンク上に設置され点で相違する。他の構成要素は第一実施形態と同様である。

したがって、図16において、図2と同様の構成部分については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0118】

図16に示すように、半導体レーザ装置1は、複数のレーザ光LBを発光するための複数の素子を有しており、各素子は、レーザダイオード10と、ヒートシンク20と、n電極30と、絶縁部材40とを有している。さらに、半導体レーザ装置1は、バイパスダイオード60を有している。

【0119】

ここで、バイパスダイオード60は、ヒートシンク20上に形成され、固定されている。これにより、バイパスダイオード60のアノード側（p側）は、ヒートシンク20に直接接続される。

さらに、バイパスダイオード60は、そのカソード側（n側）が、n電極30と接続されている。

【0120】

このように、バイパスダイオード60をヒートシンク20上に固定することにより、このバイパスダイオード60で発生した熱をヒートシンク20で吸収できる。したがって、その発生熱によるバイパスダイオード60の焼損を防止できる。

さらに、バイパスダイオード60がヒートシンク20上に設けられるため、図14に示す冷却板70を省略できる。したがって、半導体レーザ装置1の小型化が可能となり、かつコストを削減できる。

【0121】

なお、バイパスダイオード60は、図17に示すように、n電極30とヒートシンク20との間に、これらn電極30とヒートシンク20とを離隔するように設けることもできる。すなわち、バイパスダイオード60は、図15に示す絶縁部材40に代えて設けられる。

このような構成により、n電極30とヒートシンク20とは電氣的に絶縁された状態を維持できる。

【0122】

それに、n電極30とバイパスダイオード60とを接続する配線や、ヒートシンク20とバイパスダイオード60とを接続する配線を省略・短縮できるため、さらなるコスト削減が可能となる。

そして、絶縁部材も省略可能なため、これによってもコストを削減できる。

【0123】

上記各実施形態の半導体レーザ装置は、半導体レーザ励起固体レーザ装置（LD励起固体レーザ装置）のLDアレイとして用いることができる。

したがって、その半導体レーザ励起固体レーザ装置においても、低電圧下では有効とされないツェナーダイオードの降伏特性を利用しない方法で、かつ簡易・小型化可能な回路構成により、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の継続発光を実現可能とする。

【0124】

なお、本発明の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置は、第一実施形態、第二実施形態、第三実施形態、第四実施形態、第五実施形態、第六実施形態、第七実施形態又は第八実施形態のそれぞれにおける半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置を任意に組み合わせたものであってもよい。

【0125】

以上、本発明の半導体レーザ装置及び半導体レーザ励起固体レーザ装置の好ましい実施形態について説明したが、本発明に係る半導体レーザ装置及び半導体レーザ励起固体レーザ装置は上述した実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の範囲で種々の変更実施が可能であることは言うまでもない。

例えば、上述した第一実施形態では、n電極や絶縁部材をヒートシンクの上面に設けた半導体レーザ装置を示したが、それらn電極や絶縁部材はヒートシンクの上面に限定されるものではなく、ヒートシンクの側面や下面など任意の位置に備えることもできる。

【0126】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、半導体レーザダイオードの一方の端子の極性と、この端子に接続されるバイパスダイオードの端子の極性とが同一であり、かつ、半導体レーザダイオードの他方の端子の極性と、この端子に接続されるバイパスダイオードの端子の極性とが同一であるため、バイパスダイオードに順方向電圧をかけたときの電流－電圧特性を利用して、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【0127】

さらに、半導体レーザダイオードに並列接続されるバイパスダイオードが、その半導体レーザダイオードよりも高い立ち上がり電圧を有しているため、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線したときでも継続発光が可能となり、信頼性の高い半導体レーザ装置、半導体レーザ励起固体レーザ装置を実現できる。

【0128】

また、バイパスデバイスが、ツェナーダイオードの降伏特性を利用したのではなく、通常のダイオードに順方向電圧を加えたときの電流－電圧特性を利用したものであるため、半導体レーザ装置の有する複数の半導体レーザダイオードのうちの一部が断線して、これに並列接続されたバイパスダイオードに電流が流れ始めた場合の回路の時定数の変化を非常に小さくできる。

したがって、仮に一部の半導体レーザダイオードが断線したときでも、立ち上がり時間の遅延や波形のなまり等を抑制でき、ひいては、その断線時から復帰までの時間の遅れやレーザ光の出力強度の変動などを改善できる。

【0129】

それに、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線しても継続発光を実現するための回路として、バイパスダイオードのみ設けられるだけであるため、簡易かつ小型化した回路構成により、一つ以上の半導体レーザダイオードが故障・断線した場合の半導体レーザ装置又は半導体レーザ励起固体レーザ装置の継続発光を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第一実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す外観模式図である。

【図 2】

図 1 に示した半導体レーザ装置の A-A 断面図である。

【図 3】

本発明の第一実施形態における半導体レーザ装置の他の構成を示す外観模式図である。

【図 4】

半導体レーザダイオードとバイパスダイオードとの接続例を示す電気回路図である。

【図 5】

半導体レーザダイオードとバイパスダイオードの電圧－電流特性を示す曲線グラフである。

【図 6】

半導体レーザダイオードとバイパスダイオードとの他の接続例を示す電気回路図である。

【図 7】

半導体レーザダイオードとバイパスダイオードとのさらに他の接続例を示す電気回路図である。

【図 8】

本発明の第二実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す断面模式図である。

【図 9】

本発明の第三実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す断面模式図である。

【図 10】

本発明の第四実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す断面模式図である。

【図 11】

本発明の第五実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す断面模式図である。

【図 12】

本発明の第六実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す断面模式図である。

【図 13】

本発明の第六実施形態における半導体レーザ装置の他の構成を示す断面模式図である。

【図 14】

本発明の第七実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す外観模式図である。

【図 15】

図 14 に示した半導体レーザ装置における二つの半導体レーザダイオードの断面を示す断面模式図である。

【図 16】

本発明の第八実施形態における半導体レーザ装置の構成を示す断面模式図である。

【図 17】

本発明の第八実施形態における半導体レーザ装置の他の構成を示す断面模式図である。

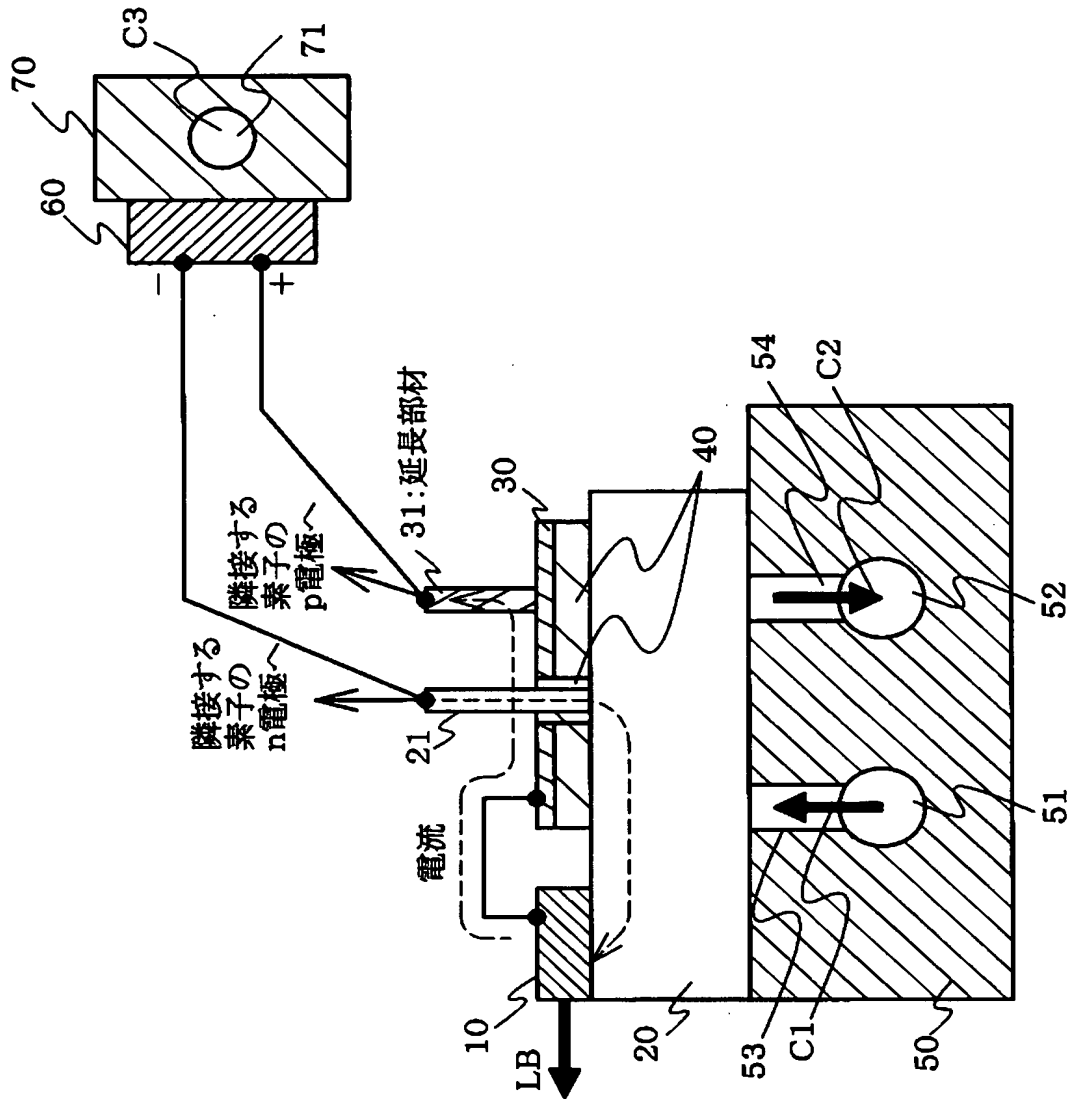
【図 18】

従来の半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成を示す外観模式図である。

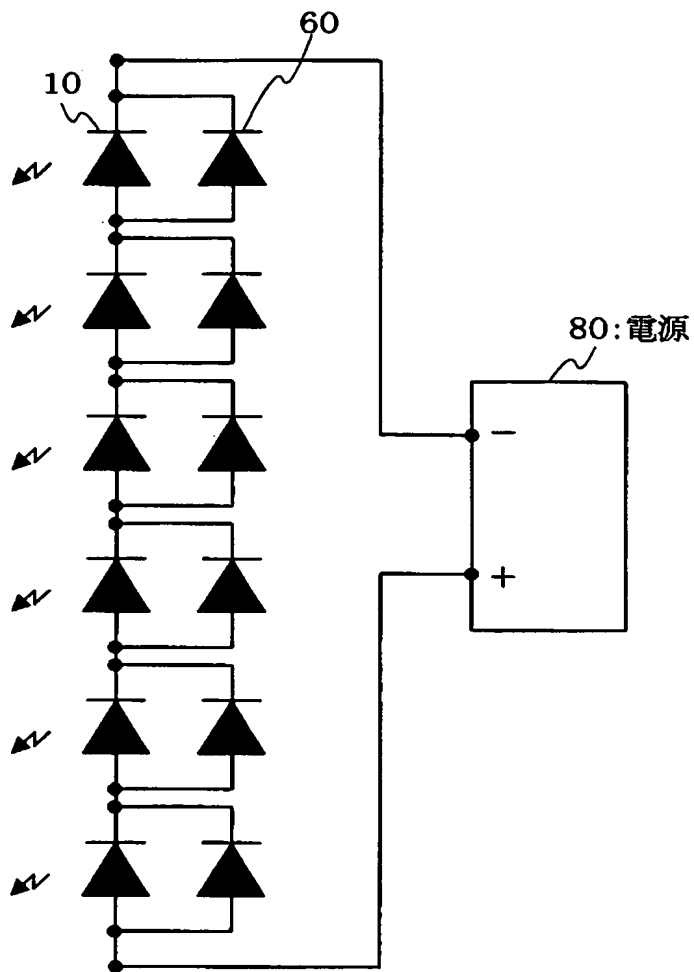
【符号の説明】

- 1 半導体レーザー装置
- 1 0 レーザダイオード
- 2 0 ヒートシンク
- 2 1 p 電極
- 3 0 n 電極
- 3 1 延長部材
- 4 0 絶縁部材
- 5 0 マニフォールド
- 5 1 冷却給水主管
- 5 2 冷却排水主管
- 5 3 給水分流管
- 5 4 排水流導管
- 5 5 冷却水導管
- 5 6 冷却給水主管
- 5 7 冷却排水主管
- 6 0 バイパスダイオード
- 7 0 冷却板
- 7 1 冷却水流管
- 8 0 電源

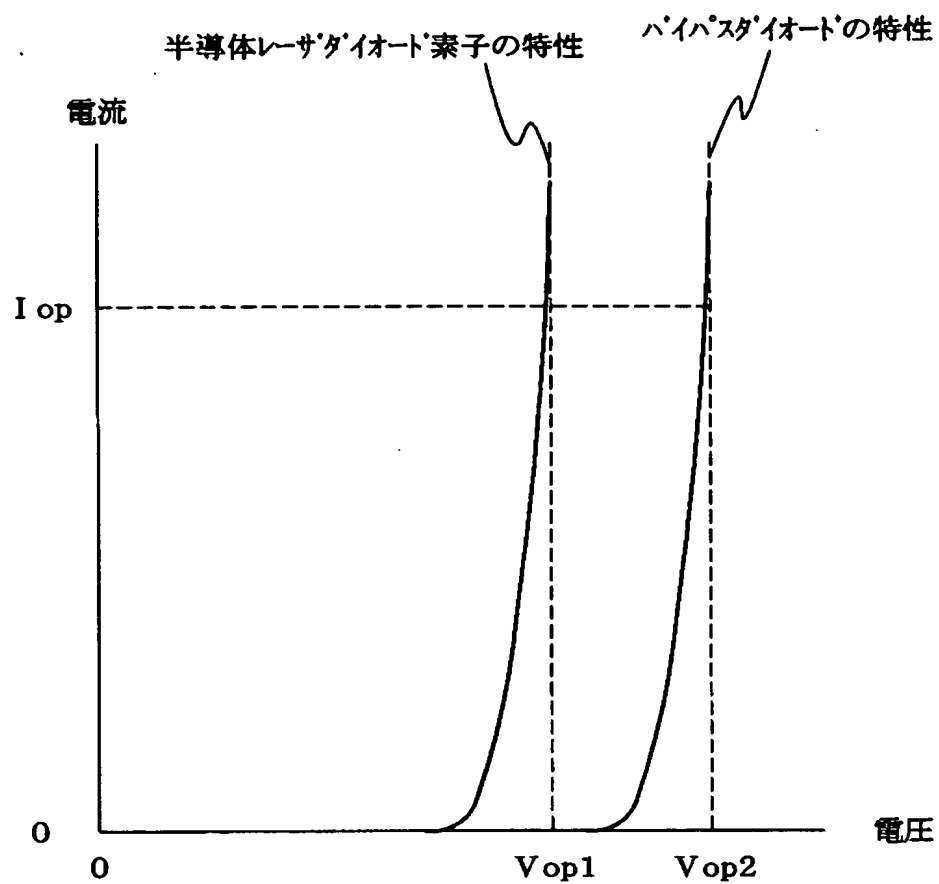
【図 3】



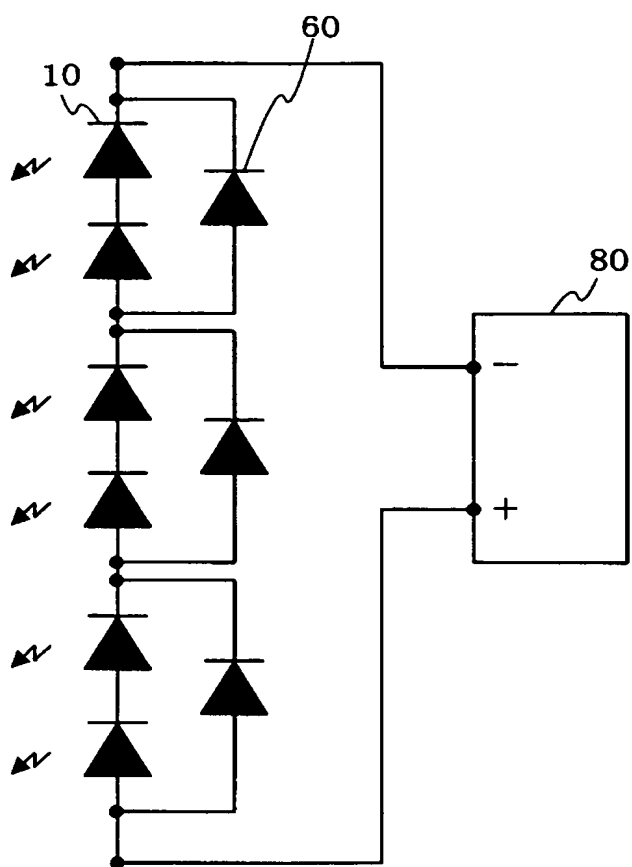
【図 4】



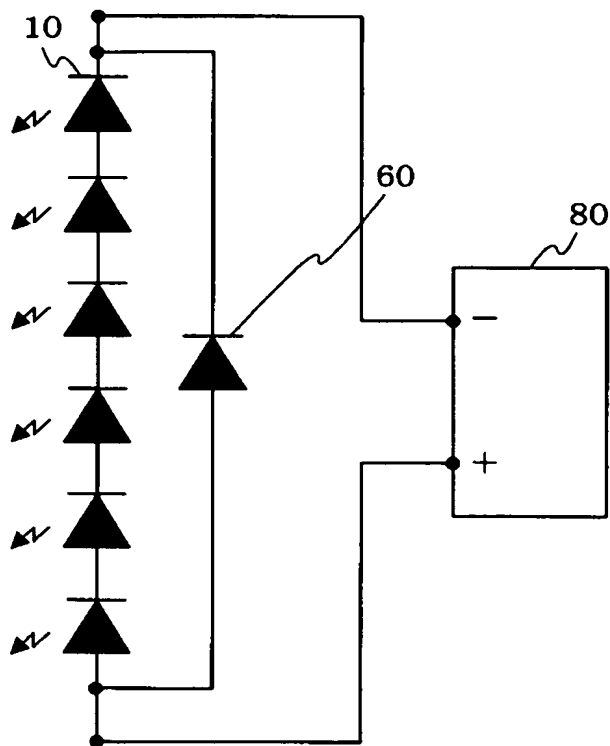
【図 5】



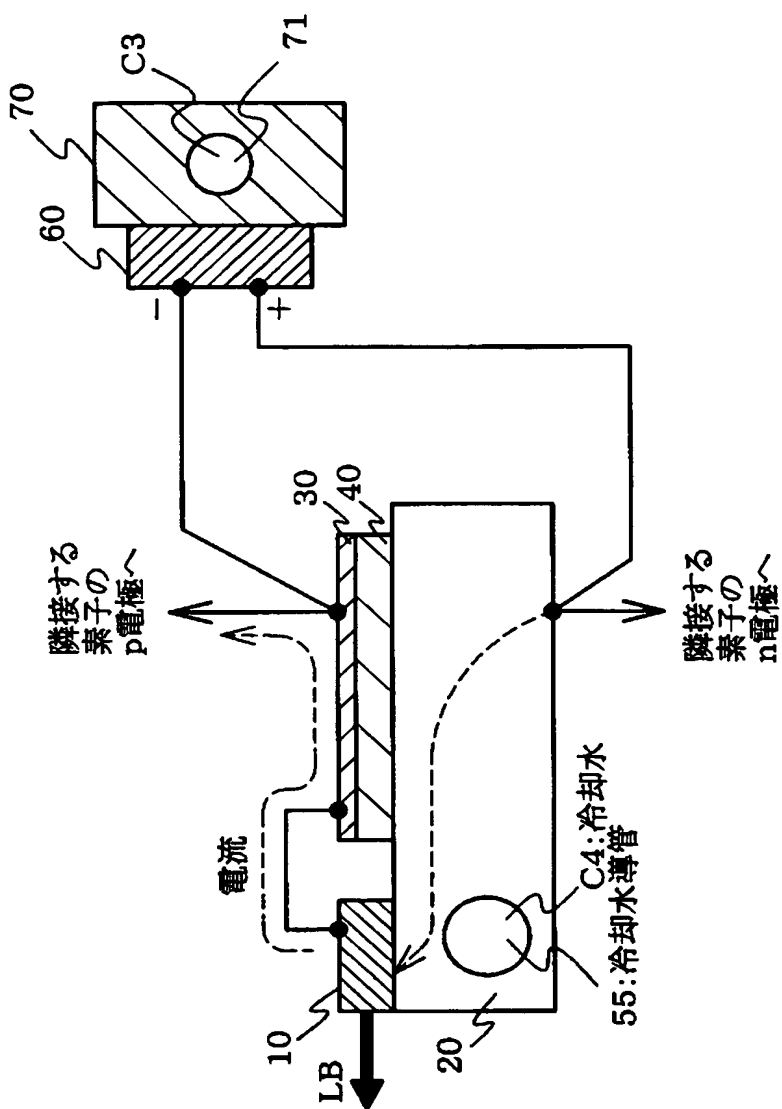
【図 6】



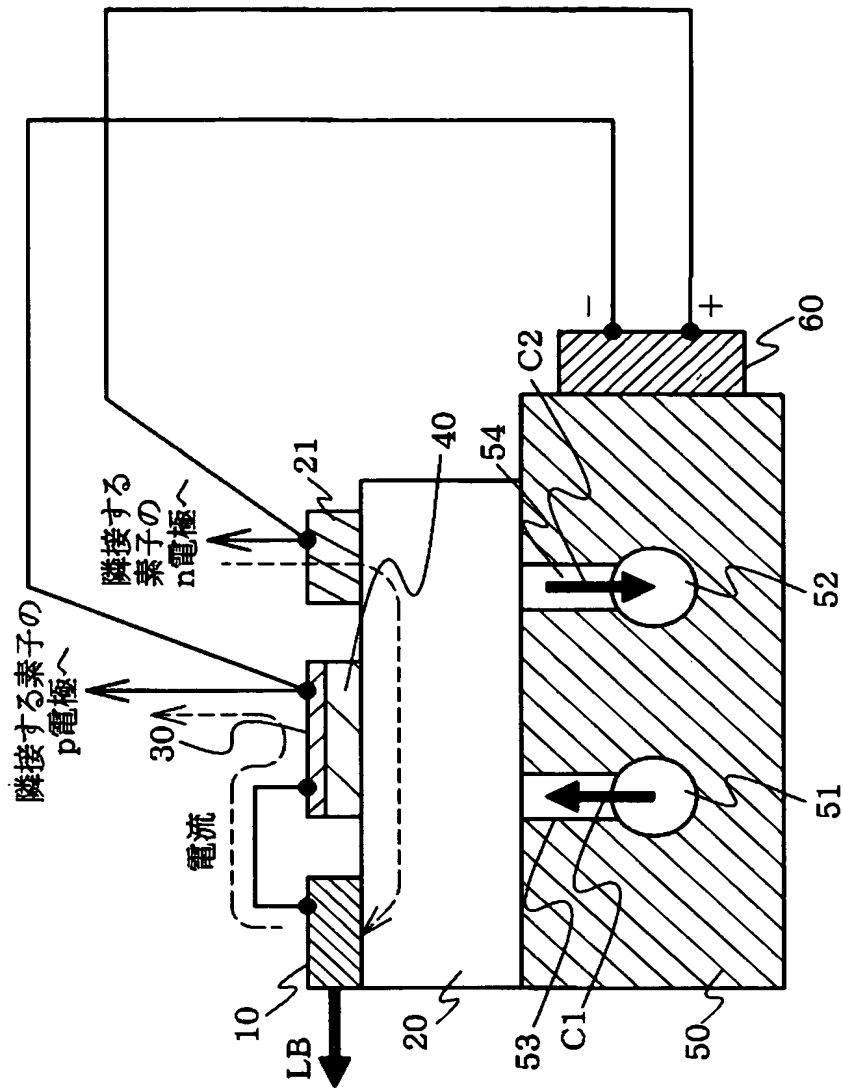
【図 7】



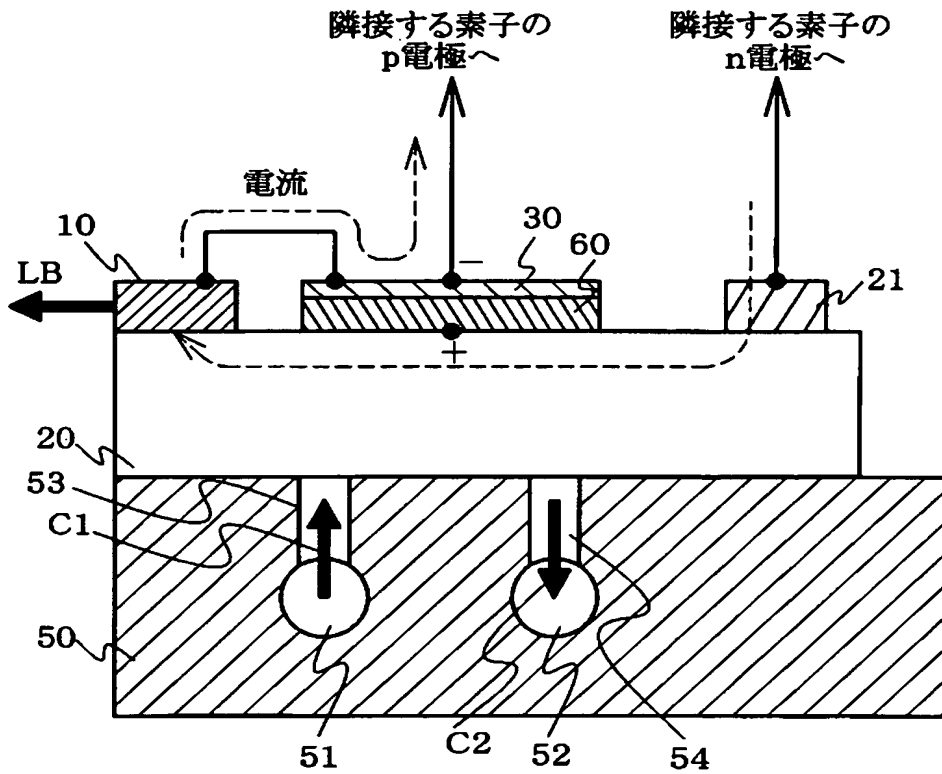
【図 8】



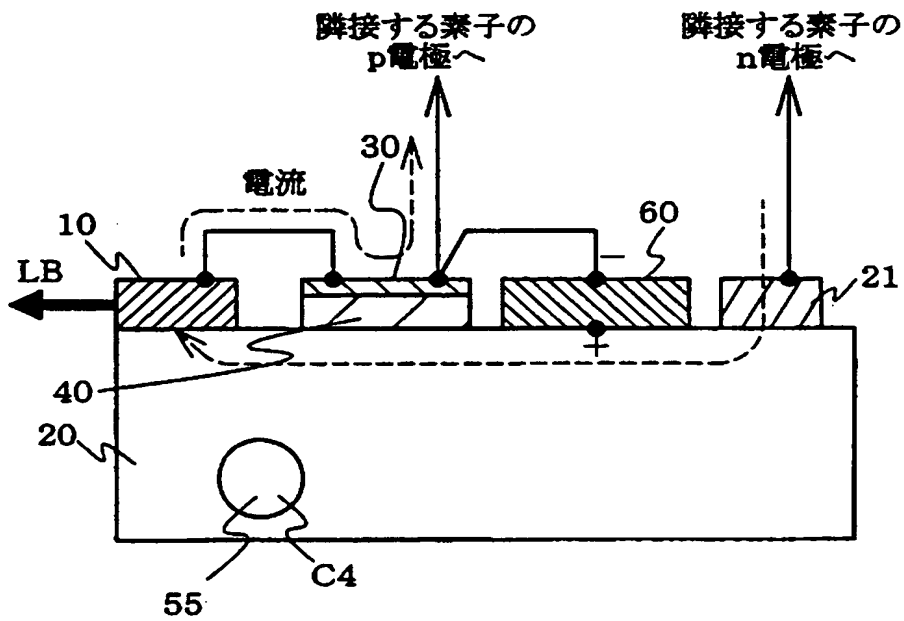
【図 9】



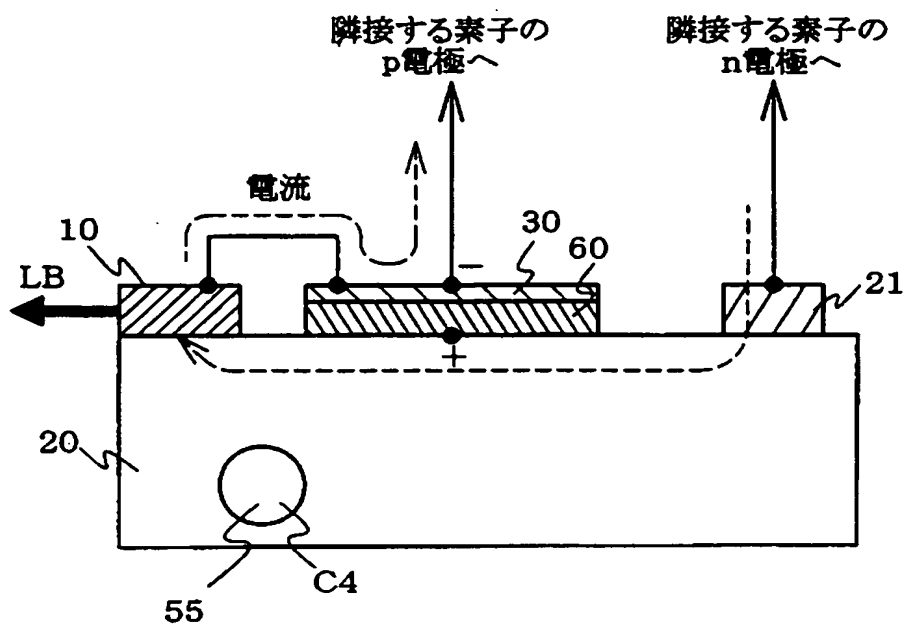
【図 11】



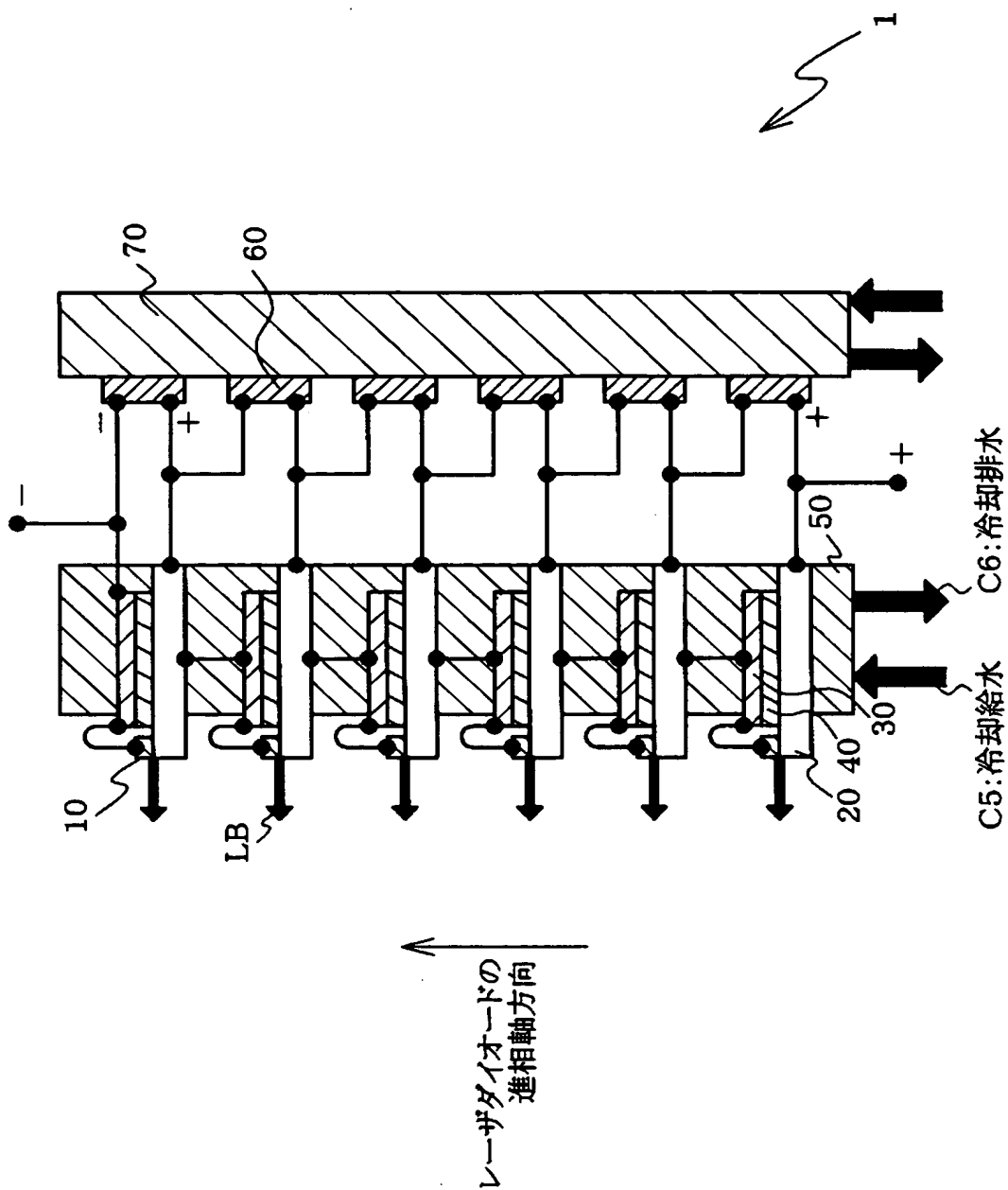
【図 12】



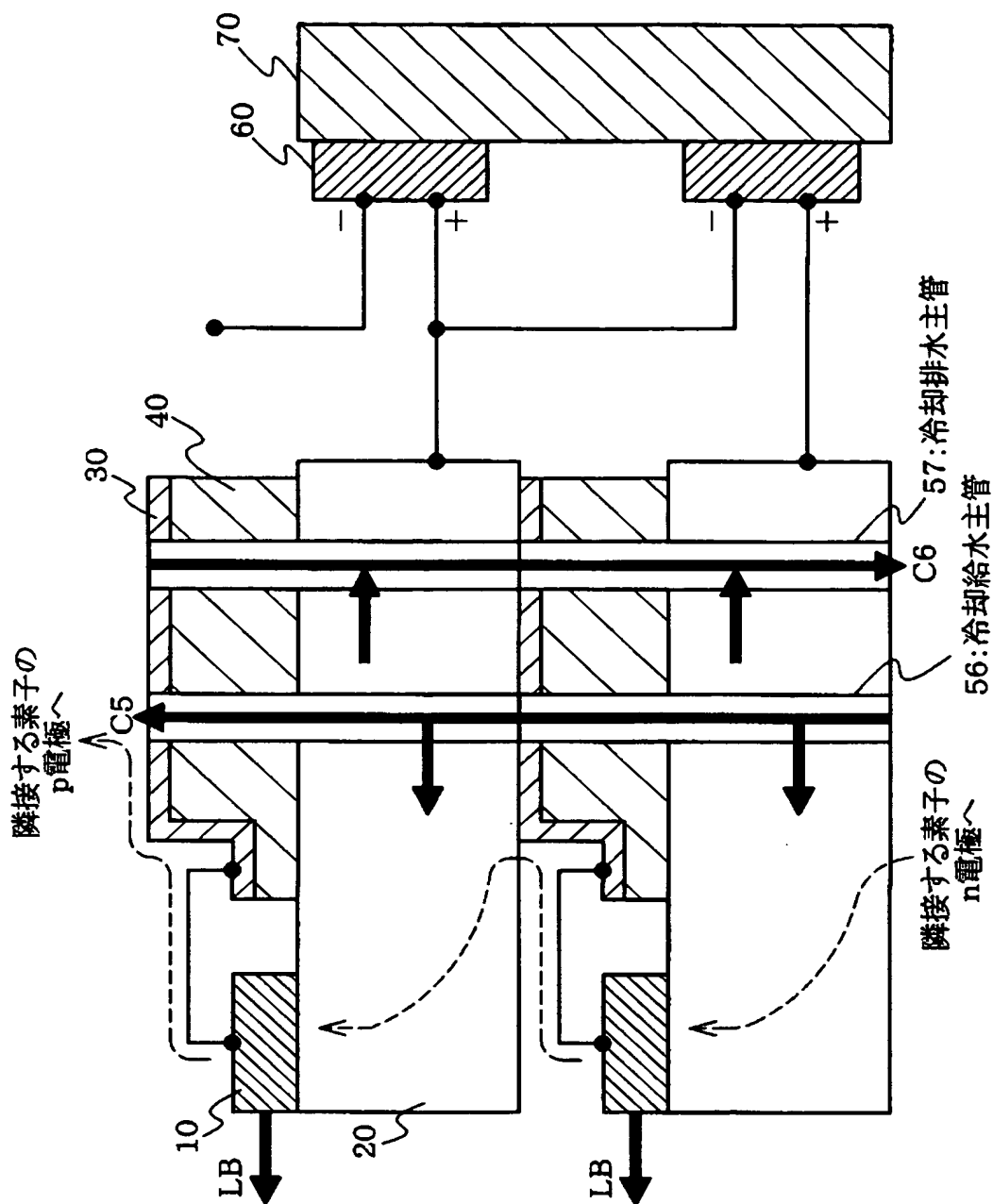
【図 13】



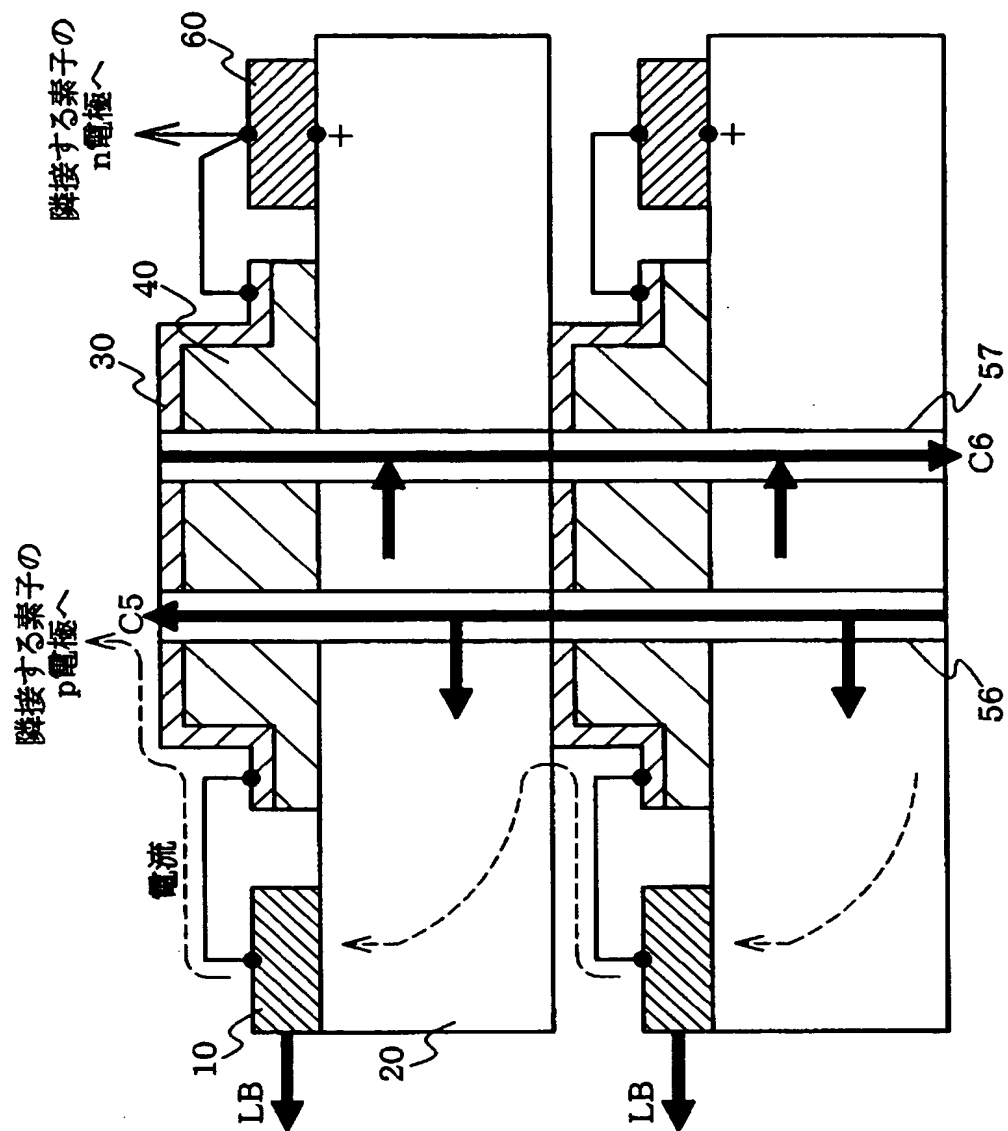
【図 14】



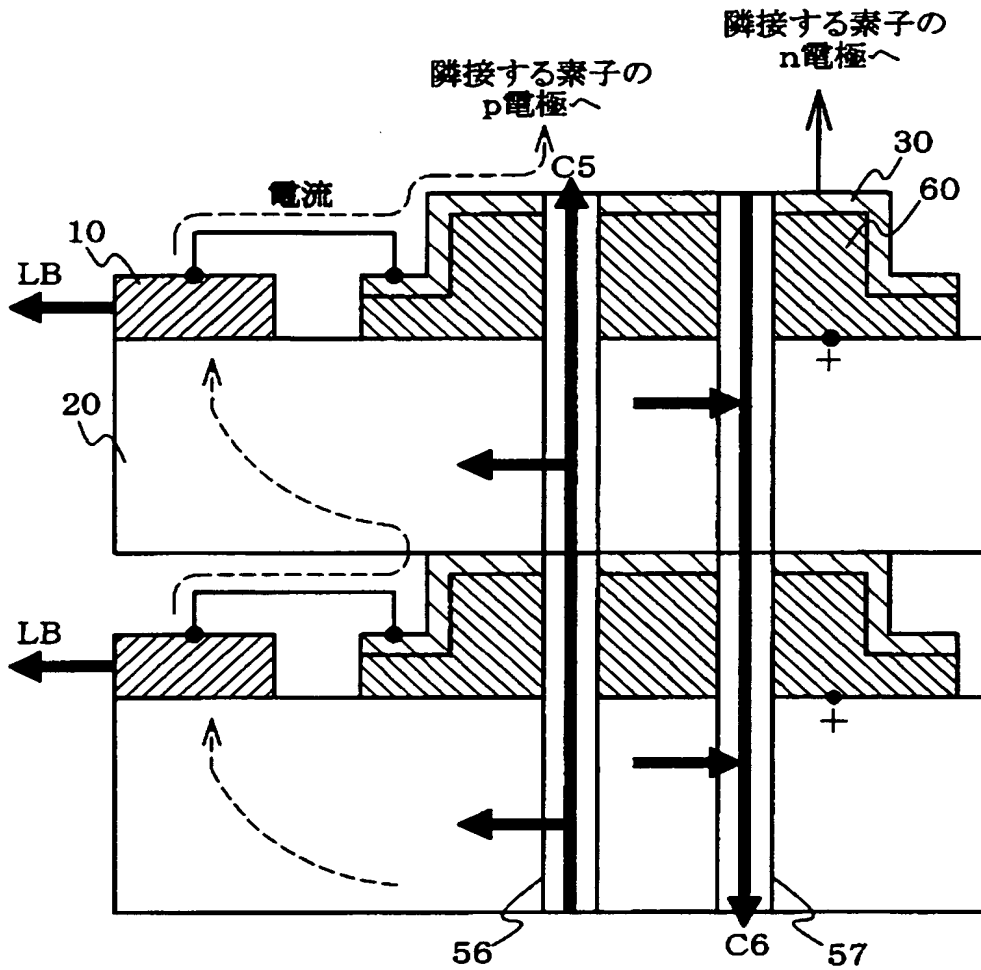
【図 15】



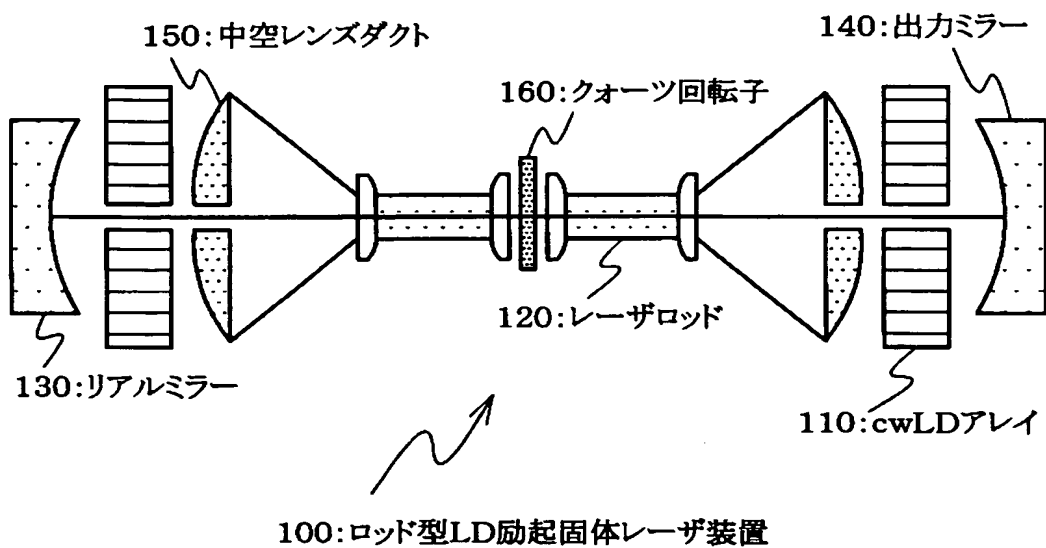
【図16】



【図 1 7'】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易かつ小型化可能な回路構成で、一つ以上の半導体レーザダイオードが断線しても継続発光を実現して、信頼性の高い半導体レーザ装置を得る。

【解決手段】 半導体レーザ励起固体レーザ装置の半導体レーザ装置には、直列接続された複数の半導体レーザダイオードが設けられている。この複数の半導体レーザダイオードに対して、それら半導体レーザダイオードよりも立ち上がり電圧が高いバイパスダイオードが、一又は二以上の半導体レーザダイオードごとに並列に接続されている。さらに、半導体レーザダイオードの一方の端子の極性と、この端子に接続されるバイパスダイオードの端子の極性とは同一であり、かつ、半導体レーザダイオードの他方の端子の極性と、この端子に接続されるバイパスダイオードの端子の極性とが同一である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 4 0 9 3 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社